



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

Offenlegungsschrift

DE 197 42 187 A 1

51 Int. Cl.⁶
B 60 K 8/00
B 60 K 17/10
F 15 B 21/00
B 62 D 3/14

21 Aktenzeichen: 197 42 187.3
22 Anmeldetag: 24. 9. 97
43 Offenlegungstag: 25. 3. 99

DE 197 42 187 A 1

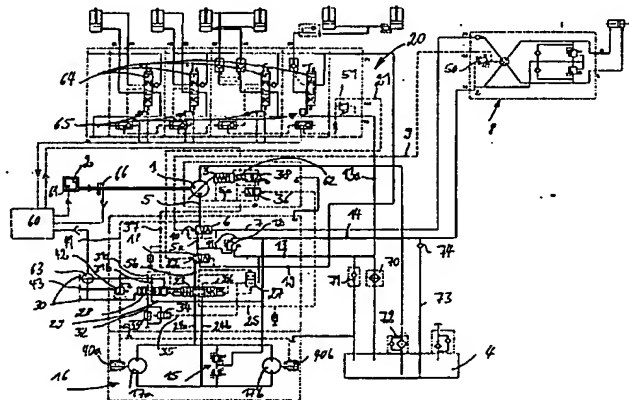
71 Anmelder:
Linde AG, 65189 Wiesbaden, DE

72 Erfinder:
Deiningner, Horst, Dipl.-Ing., 63755 Alzenau, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Hydrostatisches Antriebssystem

57 Die Erfindung betrifft ein hydrostatisches Antriebssystem für ein Fahrzeug, insbesondere ein Flurförderzeug, mit einem hydrostatischen Fahrtrieb (16), einer Arbeitshydraulik (20) und einer hydraulischen Lenkung (8). Die Aufgabe, ein gattungsgemäßes Antriebssystem zur Verfügung zu stellen, das einen geringen Bauraumbedarf aufweist und bei dem die Energieausnutzung innerhalb des Antriebssystems verbessert ist, wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zur Versorgung des Fahrtriebs (16), der Arbeitshydraulik (20) sowie der Lenkung (8) eine im offenen Kreislauf arbeitende, hydraulische Pumpe (1) mit verstellbarem Fördervolumen vorgesehen ist. In einer Ausgestaltung der Erfindung ist in der Förderleitung (5b) der Pumpe (1) mindestens ein Fahrventil (23) vorgesehen, wobei stromauf des Fahrventils (23) in der Förderleitung (5b) der Pumpe (1) ein Prioritätsventil (18) für die Arbeitshydraulik (20) angeordnet ist und stromauf des Prioritätsventils (18) der Arbeitshydraulik (20) ein Prioritätsventil (6) für die Lenkung (8) vorgesehen ist. An die Förderleitung (5a) zwischen dem Prioritätsventil (6) der Lenkungshydraulik (8) und dem Prioritätsventil (18) der Arbeitshydraulik (20) kann in Weiterbildung der Erfindung eine Speiseleitung (11) einer Einspeiseeinrichtung (15) angeschlossen sein.



DE 197 42 187 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein hydrostatisches Antriebssystem für ein Fahrzeug, insbesondere ein Flurförderzeug, mit einem hydrostatischen Fahrtrieb, einer Arbeitshydraulik und einer hydraulischen Lenkung.

Bei derartigen Antriebssystemen für ein Fahrzeug, beispielsweise für einen Gabelstapler oder einen Radlader, weist in der Regel der hydrostatische Fahrtrieb eine im Fördervolumen verstellbare Pumpe und mindestens einen an die Pumpe im geschlossenen Kreislauf angeschlossenen Fahrmotor auf. Zur Versorgung der Arbeitshydraulik ist eine weitere Pumpe mit konstantem Fördervolumen vorgesehen, die im offenen Kreislauf aus einem Behälter Druckmittel ansaugt und bei unbetätigter Arbeitshydraulik in den Behälter zurückfördert. Die Lenkung wird von einer weiteren Pumpe mit Druckmittel versorgt, die ebenfalls ein konstantes Fördervolumen aufweist und im offenen Kreislauf betrieben wird.

Bei derartigen Antriebssystemen sind somit mehrere Pumpen, beispielsweise drei Pumpen, notwendig, um die hydraulischen Verbraucher mit Druckmittel zu versorgen. Es ergibt sich somit ein großer Platzbedarf für das Antriebssystem. Zudem werden alle Pumpen von einem Antriebsmotor ständig angetrieben, obwohl in der Regel nur eine oder zwei Pumpen während des Betriebs des Fahrzeuges gleichzeitig genutzt werden. Dadurch entstehen entsprechende Leerlaufverluste, die zu einem schlechten Wirkungsgrad des Antriebssystems führen. Darüber hinaus ergibt sich durch den ständigen Betrieb aller Pumpen unnötiger Verschleiß.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemäßes Antriebssystem zur Verfügung zu stellen, das einen geringen Bauraumbedarf aufweist und bei dem die Energieausnutzung innerhalb des Antriebssystems verbessert ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zur Versorgung des Fahrtriebs, der Arbeitshydraulik sowie der Lenkung eine im offenen Kreislauf arbeitende hydraulische Pumpe mit verstellbarem Fördervolumen vorgesehen ist. Der erfindungswesentliche Gedanke besteht somit darin, anstelle mehrerer Pumpen eine einzige Pumpe vorzusehen, die im offenen Kreislauf betrieben wird und der gleichzeitigen Versorgung des Fahrtriebs, der Arbeitshydraulik und der Lenkung dient. Durch den Wegfall zusätzlicher Pumpen ergibt sich ein geringer Bauraumbedarf. Zudem kann durch die Verwendung lediglich einer im Fördervolumen verstellbaren Pumpe der Förderstrom der Pumpe dem Förderstrombedarf der Verbraucher in entsprechenden Betriebssituationen angepaßt werden, wodurch sich eine verbesserte Energieausnutzung ergibt.

In einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Pumpe an eine Förderleitung angeschlossen ist, in der mindestens ein Fahrventil vorgesehen ist, wobei stromauf des Fahrventils in der Förderleitung der Pumpe ein Prioritätsventil für die Arbeitshydraulik angeordnet ist und stromauf des Prioritätsventils der Arbeitshydraulik ein Prioritätsventil für die Lenkung vorgesehen ist. In der Förderleitung der Pumpe ist somit zuerst das Prioritätsventil der Lenkung, das Prioritätsventil der Arbeitshydraulik und an letzter Stelle das Fahrventil angeordnet. Dadurch wird mit oberster Priorität die Lenkung versorgt. Die Lenkung als sicherheitsrelevantes Bauteil eines Fahrzeuges wird somit in allen Betriebszuständen mit ausreichend Druckmittel versorgt, so daß das Fahrzeug jederzeit manövrierfähig ist. Nach der Lenkung wird die Arbeitshydraulik mit Druckmittel versorgt. Dadurch wird sichergestellt, daß in Betriebszuständen, in denen beispielsweise der Fahrtrieb und die Ar-

beitshydraulik gleichzeitig betätigt werden, zuerst die Arbeitshydraulik mit Druckmittel versorgt wird und das von der Arbeitshydraulik nicht benötigte Druckmittel zur Versorgung des Fahrtriebs zur Verfügung steht. Durch die vorrangige Versorgung der Lenkung und der Arbeitshydraulik kann hierbei eine Pumpe verwendet werden, deren Fördervolumen lediglich geringfügig größer als das Fördervolumen einer aus dem Stand der Technik bekannten Pumpe zur Versorgung des Fahrtriebs ist.

Bei einem Antriebssystem mit einer Einspeiseeinrichtung für den hydrostatischen Fahrtrieb ist in einer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, daß an die Förderleitung zwischen dem Prioritätsventil der Lenkungshydraulik und dem Prioritätsventil der Arbeitshydraulik eine Speiseleitung der Einspeiseeinrichtung angeschlossen ist. Die Einspeiseeinrichtung stellt sicher, daß im hydrostatischen Fahrtrieb Lecköl ausgeglichen wird und somit ausreichend Druckmittel zur Verfügung steht. Dadurch wird Kavitation und ein Trockenlaufen des Fahrtriebs verhindert, da derartige Zustände zu beträchtlichen Schäden am Fahrtrieb führen können. Durch die Anordnung der Speiseleitung stromab des Prioritätsventils der Lenkung wird die Einspeiseeinrichtung mit zweiter Priorität versorgt. Die Arbeitshydraulik wird dadurch mit dritter Priorität nach der Lenkung und der Einspeiseeinrichtung mit Druckmittel beaufschlagt. Es wird somit sichergestellt, daß fehlendes Druckmittel im Fahrtrieb ergänzt wird und Kavitation an den Fahrmotoren vermieden wird.

Besonders vorteilhaft ist es hierbei, wenn die Lenkung als Load-Sensing-Lenkung ausgebildet ist und das Prioritätsventil für die Lenkung in Richtung einer die Förderleitung mit der Zulaufleitung der Lenkung verbindenden Schaltstellung von einer Feder und dem Lastdruck der Lenkung beaufschlagbar ist und in Richtung einer die Förderleitung mit der Zulaufleitung der Lenkungshydraulik sowie der zu dem Prioritätsventil der Arbeitshydraulik führenden Förderleitung in Verbindung bringbaren Schaltstellung von dem Druck in der Zulaufleitung der Lenkung beaufschlagbar ist. Eine als Load-Sensing-Lenkung ausgebildete Lenkung benötigt keinen konstanten Förderstrom und entnimmt lediglich bei der Betätigung der Lenkung Druckmittel aus der Förderleitung der Pumpe. Ein derartiges Prioritätsventil stellt sicher, daß die Zulaufleitung der Lenkung in allen Betriebssituationen mit Druckmittel beaufschlagt ist und erst bei Überschreiten des durch die Feder bzw. bei betätigter Lenkung durch die Feder und den Lastdruck der Lenkung vorgegebenen Druckwerts die stromab des Prioritätsventils angeordneten Verbraucher, d. h. die Einspeiseeinrichtung, die Arbeitshydraulik und der Fahrtrieb, mit dem von der Lenkung nicht benötigten Druckmittel versorgt werden.

Mit besonderem Vorteil ist das Prioritätsventil für die Arbeitshydraulik in Richtung einer die Förderleitung mit der Zulaufleitung der Arbeitshydraulik verbindenden Schaltstellung von einer Feder und dem Lastdruck der Arbeitshydraulik und in Richtung einer die Förderleitung mit der Zulaufleitung der Arbeitshydraulik sowie der zu dem Fahrventil führenden Förderleitung in Verbindung bringbaren Schaltstellung von dem Druck in der Zulaufleitung der Arbeitshydraulik beaufschlagbar. Das Prioritätsventil der Arbeitshydraulik stellt somit auf einfache Weise sicher, daß die Arbeitshydraulik vor dem Fahrtrieb mit Druckmittel versorgt wird.

Besonders zweckmäßig ist es, wenn in der Speiseleitung ein Druckminderventil vorgesehen ist. Durch das Druckminderventil kann der Druck in der Speiseleitung auf einfache Weise auf übliche Werte vermindert werden.

Mit besonderem Vorteil ist die Speiseleitung stromab des Druckminderventils an eine Rücklaufleitung der Lenkung

angeschlossen und an eine zum Behälter führende Ablaufleitung anschließbar. Durch die Verbindung der Speiseleitung mit der Rücklaufleitung der Lenkung wird erreicht, daß ausreichend Druckmittel in der Speiseleitung vorhanden ist. Zudem strömt das Rücklauföl der Lenkung nicht ungenutzt in den Behälter, sondern dient zur Versorgung der Einspeiseeinrichtung. Dadurch ergibt sich eine verbesserte Energieausnutzung des Antriebssystems. Durch den Anschluß des Druckminderventils an den Behälter ist es möglich, den Druck in der Speiseleitung auf einen oberen, festlegbaren Wert zu begrenzen, wobei bei Erreichen des eingestellten Druckwertes die Speiseleitung mit dem Behälter verbunden wird. Dadurch kann von der Einspeiseeinrichtung nicht benötigtes Druckmittel aus der Rücklaufleitung der Lenkung zum Behälter abfließen.

In einer Ausgestaltungsform der Erfindung ist das Fahrventil als in Zwischenstellungen drosselndes, federzentriertes Wegeventil mit einer geschlossenen Mittelstellung ausgebildet, das je nach Auslenkung einen Zulaufquerschnitt und einen Ablaufquerschnitt freigibt, wobei das Fahrventil an die Förderleitung und eine mit dem Behälter in Verbindung stehende Ablaufleitung angeschlossen ist und mit den Förderleitungen des Fahrtriebs sowie einer Lastdruckmildeitung in Verbindung bringbar ist. Mit einem derartigen Fahrventil kann auf einfache Weise die Fahrgeschwindigkeit und die Fahrtrichtung festgelegt werden sowie ein Bremsvorgang gesteuert werden.

Mit besonderem Vorteil ist in der Ablaufleitung des Fahrventils ein Stromregler vorgesehen, der in einer ersten Schaltstellung die Verbindung der Ablaufleitung des Wegeventils mit dem Behälter unterbricht und in einer zweiten Schaltstellung die Ablaufleitung mit einem Behälter verbindet, wobei der Stromregler in Richtung zur ersten Schaltstellung von dem Druck in der Förderleitung stromauf des Fahrventils und in Richtung zur zweiten Schaltstellung von der Kraft einer Feder sowie dem Druck in der Ablaufleitung stromab des Fahrventils beaufschlagbar ist. Der Stromregler regelt den von dem Fahrtrieb zum Behälter zurückfließenden Druckmittelstrom. Der Öffnungsquerschnitt der Ablaufseite des Fahrventils bildet hierbei die Meßdrosselstelle des Stromreglers. Dadurch wird erzielt, daß in Betriebszuständen, in denen der Druckmittelstrom in der Ablaufseite des Fahrtriebs den an der Meßdrosselstelle des Fahrventils eingestellten Druckmittelstrom übersteigt, der Stromregler in Richtung der ersten Schaltstellung beaufschlagt wird und somit einen Bremsdruck aufbaut. Das Fahrzeug hält somit im Bremsbetrieb die am Fahrventil eingestellte Geschwindigkeit bei.

Besonders zweckmäßig ist es hierbei, wenn der Stromregler in den Steuerschieber des Fahrventils integriert ist. Dadurch benötigt das Fahrventil und der Stromregler einen geringen Bauraum.

Der Zulaufquerschnitt und der Ablaufquerschnitt des Fahrventils sind vorzugsweise gleich groß. Dadurch wird auf einfache Weise erzielt, daß in jeder Schaltstellung des Fahrventils die den Fahrmotoren zuströmende Druckmittelmenge gleich der den Fahrmotoren abströmende Druckmittelmenge ist und somit das Fahrzeug mit der am Fahrventil eingestellten Sollgeschwindigkeit betreibbar ist.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn am Fahrventil ein Feinststeuerbereich vorgesehen ist, bei dem bei einer geringer Auslenkung des Fahrventils der Ablaufquerschnitt kleiner als der Zulaufquerschnitt des Fahrventils ist. Dadurch wird der Fahrtrieb verspannt, wodurch bei geringer Fahrgeschwindigkeit ein feinfühliges Fahren des Fahrzeugs ermöglicht wird.

Um bei hoher Fahrgeschwindigkeit die Verluste zu minimieren, kann zudem vorgesehen werden, daß im Bereich der

maximalen Auslenkung des Fahrventils der Ablaufquerschnitt größer als der Zulaufquerschnitt des Fahrventils ist.

In einer Ausgestaltungsform ist das Fahrventil hydraulisch betätigbar, wobei von der Speiseleitung stromab des Druckminderventils eine Steuerdruckleitung abzweigt, die mit dem Fahrventil in Verbindung bringbar ist. Die Beaufschlagung der Steuerflächen des Fahrventils erfolgt hierbei mittels eines Steuerdrucks, wobei das dazu benötigte Druckmittel der Einspeiseeinrichtung entnommen wird. Die Pumpe wird somit ebenfalls zur Versorgung des Steuerkreises des Fahrventils verwendet, wodurch mit geringem Aufwand die Betätigung des Fahrventils erfolgen kann.

Besonders zweckmäßig ist es hierbei, wenn in der Steuerdruckleitung ein Stellventil vorgesehen ist, das mittels eines Betätigungselements betätigbar ist und zur Rückmeldung der Auslenkung des Fahrventils mit dem Fahrventil in Wirkverbindung steht. Durch das Stellventil werden die Steuerflächen des Fahrventils mit Steuerdruck beaufschlagt. Durch die Rückmeldung der Auslenkung des Fahrventils wird bei Erreichen der am Betätigungselement eingestellten Stellung das Fahrventil in der entsprechenden Stellung gehalten. Dadurch kann auf einfache Weise eine gewünschte Auslenkung der Betätigungselemente in eine entsprechende Stellung des Fahrventils umgewandelt werden. Zudem sind durch die Vorsteuerung des Fahrventils mittels des Stellventils die Betätigungselemente von dem Fahrventil entkoppelt, wodurch die im Fahrventil entstehenden Strömungsgeräusche nicht auf die Betätigungselemente übertragen werden. Zudem sind durch die Vorsteuerung die Betätigungselemente von den Reibungskräften und den Strömungskräften im Fahrventil entkoppelt, wodurch ein sicherer Betrieb des Fahrventils möglich ist.

In Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß in einer Ablaufleitung des Stellventils ein Stromventil angeordnet ist. Dadurch kann der vom Stellventil zum Behälter fließende Druckmittelstrom gesteuert werden. Der zum Behälter fließende Druckmittelstrom bestimmt die Betätigungsgeschwindigkeit des Fahrventils, wodurch durch das Stromventil eine gewünschte Bremsverzögerung erzielt werden kann.

Besonders vorteilhaft ist es hierzu, wenn in der Ablaufleitung des Stellventils ein Umgehungsventil zum Stromventil vorgesehen ist, das von dem Druck in der Ablaufleitung des Fahrventils stromauf des Stromreglers in Richtung zu einer Sperrstellung und von der Kraft einer Feder in Richtung zu einer Durchflußstellung beaufschlagbar ist. Dadurch wird sichergestellt, daß die Bremsverzögerung erst wirksam ist, wenn am Stromregler ein entsprechender Bremsdruck aufgebaut ist und somit ein Bremsvorgang einsetzt.

Besonders zweckmäßig ist es, wenn das Fahrventil und das Stellventil als Drehschieberventil ausgebildet sind. Ein als Drehschieberventil ausgebildetes Stellventil kann auf einfache Weise mittels Betätigungselementen ausgelenkt werden. Zudem kann die Rückmeldung der Auslenkung des Fahrventils auf einfache Weise auf das Stellventil erfolgen.

In Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß am Fahrtrieb eine Feststellbremseinrichtung vorgesehen ist, die ein Feststellbremsventil und eine zur Feststellbremseinrichtung führende Bremsleitung aufweist, wobei das Feststellbremsventil mittels eines Betätigungselements betätigbar ist und die Bremsleitung an die Förderleitung stromauf des Prioritätsventils für die Lenkung angeschlossen ist. Dadurch steht an dem Feststellbremsventil der Druck in der Förderleitung der Pumpe stromauf des Prioritätsventils der Lenkung an, wodurch die Feststellbremseinrichtung, beispielsweise einer Federspeicherbremse, jederzeit gelöst werden kann.

Besonders zweckmäßig ist es hierbei, wenn das Feststell-

bremsventil als Druckminderventil ausgebildet ist. Dadurch kann der Druck zum Lösen der Feststellbremseinrichtung auf einfache Weise begrenzt werden.

In einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß ein mit einer Verstelleinrichtung der Pumpe in Wirkverbindung stehender Bedarfsstromregler vorgesehen ist, der von einem stromab des Fahrventils anstehenden Lastdruck sowie einer Feder in Richtung einer Förderstromerhöhung und in Richtung einer Verringerung des Förderstroms von dem Druck in der Förderleitung stromauf des Fahrventils beaufschlagbar ist. Dadurch kann der Förderstrom der Pumpe dem Förderstrombedarf der Verbraucher in entsprechenden Betriebssituationen angepaßt werden, wodurch sich eine hohe Energieausnutzung des Antriebssystems ergibt und Leerlaufverluste vermindert werden.

Von besonderem Vorteil ist in der Lastdruckmeldeleitung der Arbeitshydraulik ein Druckbegrenzungsventil vorgesehen, das auf den maximalen Druck der Arbeitshydraulik eingestellt ist. Der Druck im Kreislauf der Arbeitshydraulik kann somit auf einfache Weise begrenzt werden.

Mit besonderem Vorteil ist in der Lastdruckmeldeleitung der Lenkung ein Druckbegrenzungsventil vorgesehen, das auf den maximal zulässigen Druck der Lenkung eingestellt ist. Dadurch kann ebenfalls der Druck im Lenkungskreislauf begrenzt werden, indem beim Ansprechen des Druckbegrenzungsventils der Druck in der Lastdruckmeldeleitung begrenzt wird und somit das Prioritätsventil in eine die weiteren Verbraucher mit Druckmittel versorgende Schaltstellung beaufschlagt wird.

In einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß eine elektronische Steuereinrichtung vorgesehen ist, die mit einer Drehzahlstelleinrichtung des Antriebsmotors, der zum Antrieb der Pumpe vorgesehen ist, in Wirkverbindung steht und die Drehzahlstelleinrichtung des Antriebsmotors in Abhängigkeit der Sollwerte des Fahrantriebs und/oder der Arbeitshydraulik steuert. Dadurch kann bei einer Betätigung der Arbeitshydraulik oder des Fahrantriebs die Drehzahl des Antriebsmotors und somit die Fördermenge der Pumpe entsprechend erhöht werden.

Besonders vorteilhaft ist es hierzu, wenn an den Wegeventilen der Arbeitshydraulik die Auslenkung der Wegeventile erfassende Sensoreinrichtungen und/oder an dem Betätigungselement der Fahrhydraulik eine die Auslenkung erfassende Sensoreinrichtung zur Vorgabe eines Sollwerts für die elektronische Steuereinrichtung vorgesehen sind. Die Steuereinrichtung kann somit entsprechend den Sollwertsignalen der Sensoreinrichtungen die Drehzahl des Antriebsmotors verändern.

Von besonderem Vorteil ist es, wenn die elektronische Steuereinrichtung eine Drückungsregelung aufweist, wobei eine die Istdrehzahl des Antriebsmotors erfassende Sensoreinrichtung vorgesehen ist. Dadurch kann erreicht werden, daß der Antriebsmotor bei einer Überlastung beispielsweise durch eine Verringerung der Fördermenge der Pumpe entlastet und somit ein Abwürgen des Antriebsmotors vermieden wird.

Besonders vorteilhaft ist es weiterhin, wenn ein die Verstelleinrichtung der Pumpe beeinflussendes Ventil vorgesehen ist, das in Richtung einer Förderstromverminderung von dem Druck in der Förderleitung stromauf des Prioritätsventils der Lenkung und in gegensinniger Richtung von der Kraft einer Feder beaufschlagbar ist, wobei die Feder auf den maximalen Betriebsdruck des Antriebssystems eingestellt ist. Dadurch kann eine Druckabschneidung erzielt werden, indem bei Überschreiten des Maximaldruckes die Fördermenge der Pumpe verringert wird. Dadurch kann auf ein Druckbegrenzungsventil verzichtet werden, das bei einer Überschreitung des maximalen Druckes eine Verbindung

der Förderleitung mit dem Behälter herstellt und somit zu Verlusten führt.

Zweckmäßigerweise ist der Bedarfsstromregler oder das Ventil in Richtung einer Förderstromverminderung von der elektronischen Steuerung beaufschlagbar. Dadurch kann bei einer Drehzahlrückung des Antriebsmotors die Fördermenge der Pumpe auf einfache Weise vermindert werden.

Mit besonderem Vorteil weist hierzu der Bedarfsstromregler oder das Ventil einen mit der elektronischen Steuerung in Verbindung stehenden Proportionalmagnet auf. Dadurch kann auf einfache Weise ein Signal in eine Kraft zur Beaufschlagung des Bedarfsstromreglers oder des Ventils umgewandelt werden und die Pumpe in Richtung einer Förderstromverringung verstellt werden.

Weitere Vorteile der Erfindung werden anhand des in der schematischen Figur dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Dabei ist in der Figur ein Schaltplan eines erfindungsgemäßen Antriebssystems dargestellt.

Das in der Figur dargestellte Antriebssystem weist eine Pumpe 1 auf, die von einem Antriebsmotor 2, beispielsweise einem Verbrennungsmotor angetrieben ist. Das Fördervolumen der Pumpe 1 ist mittels einer auf die Verstelleinrichtung der Pumpe 1 einwirkenden, federbelasteten Zylinder-Kolben-Anordnung 3 einstellbar. Die Pumpe 1 arbeitet im offenen Kreislauf und saugt Druckmittel aus einem Behälter 4 über einen Saugfilter 72 an und fördert in eine Förderleitung 5. Der Behälter 4 ist hierbei vorgespannt.

In der Förderleitung 5 ist stromab der Pumpe 1 ein Prioritätsventil 6 angeordnet, das in der gezeichneten Stellung die Förderleitung 5 mit der Zulaufleitung 7 einer als Load-Sensing-Lenkung ausgebildeten Lenkung 8 verbindet. In dieser Schaltstellung wird der Förderstrom der Pumpe 1 ausschließlich der Lenkung 8 zugeführt. Das Prioritätsventil 6 ist in Richtung dieser Schaltstellung von dem in einer Lastdruckmeldeleitung 9 geführten Lastdruck der Lenkung 8 sowie der Kraft einer Feder 10 beaufschlagbar. In Richtung der in der Figur rechts dargestellten Schaltstellung ist das Prioritätsventil 6 durch den Druck in der Zulaufleitung 7 der Lenkung 8 beaufschlagt. Sobald die Druckdifferenz zwischen der Zulaufleitung 7 und der Lastdruckmeldeleitung 9 ausreicht, um die Kraft der Feder 10 zu überwinden, wird das Prioritätsventil 7 in die in der Figur rechts dargestellten Schaltstellung beaufschlagt, in der die weiteren Verbraucher mit Druckmittel versorgt werden. Das von der Lenkung 8 nicht benötigte Druckmittel strömt somit in die Förderleitung 5a, die stromab des Prioritätsventils 6 angeordnet ist. In der Lastdruckmeldeleitung 9 der Lenkung 8 ist ein Druckbegrenzungsventil 50 vorgesehen, das auf den maximal zulässigen Druck in der Lenkung 8 eingestellt ist.

Von der Förderleitung 5a zweigt eine Speiseleitung 11 ab, in der ein Druckminderventil 12 angeordnet ist. Das Druckminderventil 12 begrenzt den Druck in der Speiseleitung 11 auf den eingestellten Wert. An die Speiseleitung 11 ist stromab des Druckminderventils 12 eine Rücklaufleitung 14 der Lenkung 8 angeschlossen. Die Rücklaufleitung 14 der Lenkung 8 ist weiterhin mit einer Leitung 73 an den Behälter 4 angeschlossen, wobei in der Leitung 73 ein in Richtung zur Rücklaufleitung 14 und somit zur Speiseleitung 11 öffnendes Rückschlagventil 74 angeordnet ist. Das Druckminderventil 12 ist weiterhin mit einer zu dem Behälter 3 führende Ablaufleitung 13 verbindbar. Übersteigt der Druck in der Speiseleitung 11 stromab des Druckminderventils 12 einen eingestellten Wert, öffnet das Druckminderventil 12 die Verbindung der stromabwärts des Druckminderventils 12 angeordneten Speiseleitung 11 zur Ablaufleitung 13, wodurch der Druck in der Speiseleitung 11 auf einen oberen Wert begrenzt wird. In der zum Behälter 4 führenden Ablaufleitung 13 ist ein Kühler 70 und ein Umgehungsventil 71 zum Küh-

ler 70 vorgesehen.

Die Speiseleitung 11 führt zu einer aus kombinierten Druckbegrenzungs- und Nachsaugventilen gebildeten Einspeiseeinrichtung 15 des Fahrtriebs 16. Der Fahrtrieb 16 besteht aus beispielsweise zwei Fahrmotoren 17a, 17b, wobei beide Seiten des Fahrtriebs 16 mittels der Einspeiseeinrichtung 15 miteinander in Verbindung bringbar ist. Die Einspeiseeinrichtung 15 schützt die Fahrmotoren 17a, 17b mittels der Druckbegrenzungsventile vor Überlastung und ermöglicht über die Nachsaugventile eine Versorgung der Fahrmotoren 17a, 17b mit Speiseöl aus der Speiseleitung 11. Die Fahrmotoren 17a, 17b sind hierbei mit konstantem Fördervolumen ausgebildet, können jedoch ebenfalls mit verstellbarem Fördervolumen ausgebildet werden. Zudem ist jede beliebige Anzahl von Fahrmotoren möglich.

In der Förderleitung 5a ist stromab der Speiseleitung 11 ein Prioritätsventil 18 vorgesehen, das in der in der Figur gezeichneten Schaltstellung die Förderleitung 5a mit der Zulaufleitung 19 einer Arbeitshydraulik 20 verbindet. In der in der Figur rechts dargestellten Schaltstellung ist die Förderleitung 5a an die Zulaufleitung 19 sowie die Förderleitung 5b stromab des Prioritätsventils 18 anschließbar. Das Prioritätsventil 18 ist in Richtung der gezeigten Schaltstellung durch den Druck in einer Lastdruckmeldeleitung 21 der Arbeitshydraulik 20 und der Kraft einer Feder 22 beaufschlagbar. In Richtung der anderen Schaltstellung ist das Prioritätsventil 22 mit dem Druck in der Zulaufleitung 19 beaufschlagbar. Der Förderstrom der Pumpe 1 in der Förderleitung 5a wird somit auf die Zulaufleitung 19 und die Förderleitung 5b aufgeteilt, sobald die Druckdifferenz zwischen dem Druck in der Zulaufleitung 19 und der Lastdruckmeldeleitung 21 ausreicht, die Kraft der Feder 22 zu überwinden. Die Arbeitshydraulik 20 weist für jeden Verbraucher, beispielsweise dem Hubzylinder und dem Neigungszyylinder eines Hubmastes eines Flurförderzeugs und gegebenenfalls weiteren Verbrauchern jeweils ein Wegeventil 64 auf. Der höchste der stromab der Wegeventile 64 anstehende Lastdruck der Verbraucher wird mittels einer Wechselventilkette der Lastdruckmeldeleitung 21 zugeführt. In der Lastdruckmeldeleitung 21 ist ein Druckbegrenzungsventil 51 vorgesehen, das auf den maximal in der Arbeitshydraulik zulässigen Druck eingestellt ist. Eine Ablaufleitung 13a der Arbeitshydraulik 20 ist an die vom Druckminderventil 12 zum Behälter 4 führende Ablaufleitung 13 angeschlossen.

In der Förderleitung 5b ist stromab des Prioritätsventils 18 ein Fahrventil 23 angeordnet. An das Fahrventil 23 sind Förderleitungen 24a, 24b angeschlossen, die zu den Anschlüssen der Fahrmotoren 17a, 17b geführt sind. An das Fahrventil 23 ist weiterhin eine Lastdruckmeldeleitung 25 angeschlossen, die den stromab der Drosselstelle des Fahrventils 23 anstehenden Lastdruck der Fahrmotoren 17a, 17b erfaßt. Das Fahrventil 23 ist weiterhin an eine zur Ablaufleitung 13 führende Rücklaufleitung 26 anschließbar. In der Rücklaufleitung 26 ist ein Stromregler 27 angeordnet, der in Richtung einer Durchflußstellung von dem Druck in der Ablaufleitung 26 sowie der Kraft einer Feder und in Sperrstellung von dem Druck in der Förderleitung 24b bzw. 24a und somit dem Druck stromauf der Drosselstelle des Fahrventils 23 in der Rücklaufleitung 26 beaufschlagbar ist.

In der gezeigten Mittelstellung des Fahrventils 23 sind die Anschlüsse gesperrt, wodurch der Fahrtrieb 16 blockiert ist. In den in der Figur links bzw. rechts gezeigten Schaltstellungen ist die Förderleitung 5b mit der Förderleitungen 24a bzw. 24b und die Rücklaufleitung 26 mit den Förderleitungen 24b bzw. 24a verbunden, wodurch die Fahrmotoren 17a, 17b in beiden Richtungen betreibbar sind.

Zur Betätigung des Fahrventils 23 ist ein Stellventil 28 vorgesehen, das an eine von der Speiseleitung 11 abzwei-

genden Steuerdruckleitung 29 angeschlossen ist. Der Ventilkörper des Stellventils 29 ist mittels eines Betätigungselements 30, beispielsweise einer Doppelpedalanordnung, betätigbar. Bei einer Auslenkung des Betätigungselements wird ein Steuerdruck in den Steuerdruckzweigeleitungen 31a bzw. 31b aufgebaut, der an den Steuerflächen des Fahrventils 23 an steht und somit dieses entsprechend auslenkt. Zur Rückmeldung der Auslenkung des Fahrventils 23 steht beispielsweise das Ventilgehäuse des Stellventils 28 mit dem Fahrventil 23 in Wirkverbindung. Dadurch werden bei Erreichen der mittels des Betätigungselements 30 am Stellventil 28 eingestellten Auslenkung des Fahrventils 23 die Steuerkanten des Stellventils 28 geschlossen und die Auslenkung des Fahrventils 23 begrenzt. Die gezeigte Schaltstellung des Stellventils 28 bildet eine Schwimmstellung, so daß das Fahrventil 23 durch die Kraft der Federn in die Mittelstellung ausgelenkt wird.

In einer zu einem Behälter führenden Ablaufleitung 32 des Stellventils 28 ist ein als Mengenregelventil ausgebildetes Stromventil 33 vorgesehen, das die Bewegungsgeschwindigkeit des Fahrventils 23 steuert und somit die Bremsverzögerung des Fahrtriebs 16 bestimmt. Zum Stromventil 33 ist ein Umgehungsventil 34 an die Ablaufleitung 32 angeschlossen, das eine Durchflußstellung und eine Sperrstellung aufweist. In Richtung der Durchflußstellung ist das Umgehungsventil 34 von der Kraft einer Feder beaufschlagt. Eine in Richtung der Sperrstellung wirkende Steuerfläche des Umgehungsventils 34 ist mittels einer Leitung 35 an die Rücklaufleitung 26 stromauf der Stromregler 27 angeschlossen.

Die Vorsteuerung des Fahrventils 23 durch das mechanisch betätigte Stellventil 28 bewirkt, daß bei einer Beschädigung der Steuerdruckleitungen 31a, 31b oder der Steuerdruckleitung 29 und somit einem Druckabfall an den Steuerflächen des Fahrventils 23, das Fahrventil 23 durch die Kraft der Rückstellfedern in die Mittelstellung ausgelenkt und dort gehalten wird. Die Druckmittelzuführung zu den Fahrmotoren 17a, 17b ist somit auf beiden Seiten unterbrochen. Durch die Nachsaugventile der Einspeiseeinrichtung 15 kann jedoch Druckmittel auf die Saugseite der Fahrmotoren 17a, 17b strömen, wodurch Kavitation und somit Schäden an den Fahrmotoren vermieden werden.

Zur Beaufschlagung der Zylinder-Kolben-Anordnung 3 der Verstelleinrichtung der Pumpe 1 ist ein an die Förderleitung 5 mittels einer Förderzweigeleitung 5c angeschlossener Bedarfsstromregler 36 vorgesehen. Der Bedarfsstromregler 36 ist in Richtung einer Förderstromverringerung der Pumpe 1 von dem Druck in einer Steuerdruckleitung 37 beaufschlagbar, in der der Druck stromab des Prioritätsventils 18 und somit in der Förderleitung 5b ansteht. In Richtung einer Förderstromerhöhung der Pumpe ist der Bedarfsstromregler 36 durch den in der Lastdruckmeldeleitung 25 anstehenden Lastdruck des Fahrtriebs 16 sowie einer Feder beaufschlagbar. Ein weiteres an die Förderzweigeleitung 5c stromab des Bedarfsstromreglers 36 angeschlossen Ventil 38 ist in Richtung einer Fördermengenverringerung von dem Druck in der Förderleitung 5c beaufschlagbar. In Richtung einer Erhöhung des Förderstroms der Pumpe 1 ist das Ventil 38 durch die Kraft einer Feder beaufschlagbar, die beispielsweise auf einen dem maximalen Druck des Antriebssystems entsprechenden Wert eingestellt ist. Dadurch wird bei Überschreiten des maximalen Druckes in der Förderleitung 5 die Pumpe 1 in Richtung einer Förderstromverringerung beaufschlagt, wodurch eine Druckabschneidung erzielt werden kann.

An den Fahrmotoren 17a, 17b ist jeweils eine Feststellbremseinrichtung 40a bzw. 40b, beispielsweise eine Feder-speicherbremse, vorgesehen, die mittels eines in einer

Bremsleitung 41 anstehenden Druckes gelöst werden kann. Die Bremsleitung 41 ist an die Förderleitung 5 stromauf des Prioritätsventils 6 angeschlossen und weist ein Feststellbremsventil 42 auf, das mittels eines Betätigungselements 43, beispielsweise eines Pedals, betätigbar ist. Das Feststellbremsventil 42 ist als Druckminderventil ausgebildet, wodurch der zum Lösen der Feststellbremseinrichtung 40a, 40b in der Bremsleitung 41 anstehende Druck begrenztbar ist.

Desweiteren ist eine elektronische Steuereinrichtung 60 vorgesehen, die ausgangsseitig mit einer Drehzahlstelleinrichtung 61 des Antriebsmotors 2 und dem Ventil 38 in Wirkverbindung steht. Das Ventil 38 weist hierzu einen Proportionalmagnet 62 auf, mit dem das Ventil 38 in Richtung einer Förderstromverringern der Pumpe 1 übersteuerbar ist. Eingangsseitig steht die elektronische Steuereinrichtung 60 mit einer die Auslenkung des Betätigungselements 30 erfassenden Sensoreinrichtung 63, beispielsweise einem Potentiometer, in Verbindung. Zudem sind an den Wegeventilen 64 der Arbeitshydraulik 20 die Auslenkung der Wegeventile 64 erfassende Sensoreinrichtungen 65 vorgesehen. Darüber hinaus ist ein die Istdrehzahl des Antriebsmotors 2 erfassende Sensoreinrichtung 66 vorgesehen, die beispielsweise an der Abtriebswelle des Antriebsmotors 2 angeordnet werden kann.

Das erfindungsgemäße Antriebssystem arbeitet wie folgt: In der Ausgangsstellung befinden sich der Bedarfsstromregler 36, das Ventil 38, das Prioritätsventil 6 und 18 sowie das Fahrventil 23 durch die Kraft der entsprechenden Federn in den gezeigten Stellungen. Die Pumpe 1 fördert somit Druckmittel in die Förderleitung 5, wodurch der Druck in der Förderleitung 5 ansteigt. Sobald der Druck in der Förderleitung 5 und somit in der Zulaufleitung 7 der Lenkung 8 ausreicht, die Kraft der Feder 10 am Prioritätsventil 6 zu überwinden, wird das Prioritätsventil 6 in die in der Figur rechts dargestellte Schaltstellung beaufschlagt, wodurch das Druckmittel der Förderleitung 5a und der Speiseleitung 11 zuströmt. Das Druckminderventil 12 begrenzt den Druck in der Speiseleitung 11 auf den eingestellten Wert, wodurch an der Einspeiseeinrichtung 15 Druckmittel ansteht. Übersteigt der Druck in der Förderleitung 5a und somit in der Zulaufleitung 19 den Wert der Feder 22 des Prioritätsventils 18, wird dieses nach der in der Figur rechts gezeigten Schaltstellung ausgelenkt, wodurch weiterhin die Förderleitung 5b mit Druckmittel beaufschlagt wird. Dadurch steigt der Druck in der Steuerdruckleitung 37 an, wodurch der Bedarfsstromregler 36, sobald der Druck in der Steuerdruckleitung 37 den Wert der Regelfeder des Ventils 36 übersteigt, in die in der Figur linke Schaltstellung ausgelenkt wird. Dadurch wird der Kolbenraum der Zylinder-Kolben-Anordnung 3 mit dem Druck in der Förderleitung 5 beaufschlagt und somit die Verstelleinrichtung der Pumpe 1 in eine die Fördermenge vermindern Stellung ausgelenkt. Ist kein Verbraucher betätigt, befindet sich das Antriebssystem in einem derartigen Stand-By-Zustand, in dem der Druck in der Förderleitung 5 auf einen Druckwert entsprechend der Kraft der Feder der Zylinder-Kolben-Anordnung eingestellt ist. Dadurch steht in der Bremsleitung 41 der Feststellbremseinrichtung 40a, 40b und der Speiseleitung 11 ausreichend Druckmittel zur Verfügung.

Wird ausgehend von diesem Zustand die Lenkung 8 betätigt, wird das Gleichgewicht am Prioritätsventil 6 gestört, wodurch dieses in die in der Figur links gezeigte Schaltstellung beaufschlagt wird und mit erster Priorität die Lenkung 8 mit Druckmittel versorgt. Dadurch wird ebenfalls der Druck in der Förderleitung 5a und 5b und somit in der Steuerdruckleitung 37 beeinflusst, wodurch das Gleichgewicht am Bedarfsstromregler 36 gestört wird und die Pumpe in

Richtung einer Fördermengenerhöhung ausgelenkt wird. Sobald die aus dem Druck in der Zulaufleitung 7 und dem in der Lastdruckmeldeleitung 9 anstehenden Lastdruck der Lenkung 8 gebildete Druckdifferenz am Prioritätsventil 6 die Kraft der Feder 10 übersteigt, wird die Förderleitung 5a mit Druckmittel beaufschlagt. Dadurch steigt der Druck in der Förderleitung 5a, 5b und der Steuerdruckleitung 37 wieder an, wodurch der Bedarfsstromregler 36 in eine das Fördervolumen der Pumpe verringern Stellung beaufschlagt wird. Die Pumpe 1 fördert somit den momentanen Bedarf der Lenkung 8. Das von der Lenkung 8 in der Rücklaufleitung 14 zurückfließende Druckmittel wird der Speiseleitung 11 zugeführt, wodurch ein Absinken des Drucks in der Speiseleitung 11 vermieden und eine ausreichende Versorgung der Einspeiseeinrichtung 15 mit Druckmittel ermöglicht wird. Das Druckminderventil 12 begrenzt den in der Speiseleitung 11 anstehenden Druck auf einen oberen Wert, wobei bei einem Übersteigen dieses Druckwertes die Speiseleitung 11 mit der Ablaufleitung 13 verbunden wird und überschüssiges Druckmittel in der Rücklaufleitung 14 zum Behälter 4 strömen kann. Über die Leitung 73 und das Rückschlagventil 74 wird sichergestellt, daß die Lenkung im Notfallbetrieb Druckmittel aus dem Behälter ansaugen kann.

Bei einer alleinigen Betätigung eines oder mehrerer Wegeventile 64 der Arbeitshydraulik 20 laufen die obenbeschriebenen Zusammenhänge ab, wodurch die Pumpe 1 auf den momentanen Bedarf der Arbeitshydraulik 20 auslenkt. Zusätzlich wird jedoch über die Sensoreinrichtungen 65 die Auslenkung der Wegeventile 64 erfaßt, wodurch die elektronische Steuereinrichtung 60 auf die Drehzahlstelleinrichtung 61 einwirkt und somit die Drehzahl des Antriebsmotors 2 erhöht wird. Dadurch wird eine ausreichende Versorgung der Arbeitshydraulik 20 mit Druckmittel ermöglicht.

Bei einer alleinigen Betätigung der Lenkung 8 oder der Arbeitshydraulik 20 arbeitet die Pumpe 1 somit im Load-Sensing-Betrieb, wodurch lediglich beim Auftreten einer Drehzahldrückung, d. h. einer Unterschreitung der am Drehzahlstellglied 61 eingestellten Sollzahl durch die mittels der Sensoreinrichtung 66 gemessenen Istdrehzahl des Antriebsmotors 2, die elektronische Steuereinrichtung 60 Einfluß auf die Einstellung der Pumpe 1 nimmt. Hierbei übersteuert die elektronische Steuereinrichtung 60 mittels des Proportionalmagneten 62 die Einstellung des Ventils 38, wodurch dieses in die in der Figur links dargestellte Stellung ausgelenkt wird und somit die Fördermenge der Pumpe 1 verringert wird.

Bei der Betätigung des Betätigungselements 30 wird das Stellventil 28 in die entsprechende Schaltstellung ausgelenkt, wodurch die Steuerdruckleitung 29 mit der Steuerdruckzweigleitung 31a bzw. 31b verbunden wird und somit das Fahrventil 23 entsprechend ausgelenkt wird. Durch die mechanische Kopplung des Fahrventils 23 und des Stellventils 28 ist das Fahrventil entsprechend der durch das Betätigungselement 30 vorgegebenen Fahrtrichtung und Fahrtgeschwindigkeit auslenkbar.

Druckmittel strömt somit über die Förderleitung 5b entsprechend der Schaltstellung des Fahrventils 23 der die Zulaufseite bildende Förderleitung 24a bzw. 24b zu. Die jeweils andere, die Ablaufseite darstellende Förderleitung 24b bzw. 24a ist an die Rücklaufleitung 26 angeschlossen. Das Stromregler 27 befindet sich in der Durchgangsstellung, so daß das Druckmittel in der Rücklaufleitung 26 zur Ablaufleitung 13 und somit zum Behälter 4 strömt.

An der Lastdruckmeldeleitung 25 wird der Lastdruck der Fahrmotoren 17a, 17b erfaßt und der Federseite des Bedarfsstromreglers 36 zugeführt. Dadurch wird das Gleichge-

wicht am Ventil 36 gestört, wodurch dieses nach in der Figur links ausgelenkt wird und somit die Pumpe ausschwenkt und den Bedarfsstrom des Fahrtriebs 16 fördert. Mittels der Sensoreinrichtung 63 wird die Auslenkung des Betätigungselements 30 erfaßt und die Drehzahl des Antriebsmotors 2 durch die elektronische Steuereinrichtung 60 erhöht. Tritt beim Beschleunigen des Fahrzeugs eine Drehzahlrückung auf, kann das Fördervolumen der Pumpe 1 mittels des am Ventil 38 angeordneten Proportionalmagneten 62 durch die elektronische Steuereinrichtung 60 verringert werden, so daß der Antriebsmotor 2 entlastet wird. Die Beschleunigung des Fahrzeugs wird somit von der Drückungsregelung der elektronischen Steuereinrichtung 60 bestimmt.

Bei der Bergabfahrt arbeiten die Fahrmotoren 17a, 17b als Pumpen und saugen Druckmittel aus der Förderleitung 5a, 5b an. Dadurch fällt der Druck in der die Zulaufseite bildenden Förderleitung 24a bzw. 24b ab. Die Fahrmotoren 17a, 17b versuchen eine größere Druckmittelmenge durch die ablaufseitige Drosselstelle des Fahrventils 23 zu fördern als es der an der ablaufseitigen Drosselstelle eingestellten Sollgeschwindigkeit des Fahrzeugs entspricht. Dadurch steigt der ablaufseitige Druck stromauf der Drosselstelle des Fahrventils 23, wodurch die Stromregler 27 in Richtung der Sperrstellung beaufschlagt wird. In der Rücklaufleitung 26 wird somit ein Bremsdruck aufgebaut, der das Fahrzeug abbremst und in der vorgegebenen Fahrgeschwindigkeit hält. Durch den Druckabfall in der zulaufseitigen Förderleitung 24a bzw. 24b und somit in der Steuerdruckleitung 37 wird hierbei die Pumpe 1 durch den Bedarfsstromregler 36 in Richtung einer Fördermengenerhöhung ausgeschwenkt. Die elektronische Steuereinrichtung 60 hält den Antriebsmotor auf einer entsprechenden Drehzahl, so daß die Pumpe 1 ausreichend Druckmittel fördert. Dadurch steht an der Saugseite der Fahrmotoren 17a, 17b ausreichend Druckmittel zur Verfügung.

Während eines Abbremsvorgangs, d. h. beim Zurücknehmen der Auslenkung des Betätigungselements 30, wird am Fahrventil 23 die zulaufseitige und ablaufseitige Drosselstelle durch die Bewegung des Fahrventils 23 in die Mittelstellung vermindert. Durch die kinetische Energie des Fahrzeugs sind jedoch die Fahrmotoren bestrebt, eine größere Druckmittelmenge in die Rücklaufseite zu fördern, als es der am ablaufseitigen Drosselquerschnitt des Fahrventils eingestellten Druckmittelmenge entspricht. Es laufen somit die obenbeschriebenen Vorgänge ab, wodurch die Stromregler 27 einen Bremsdruck aufbaut. Um einen definierten Bremsvorgang, d. h. ein ruckfreies Abbremsen zu ermöglichen, ist in der Ablaufleitung des Stellventils 28 das Mengenregelventil 33 angeordnet, das die Rückstellbewegung des Fahrventils 23 in die Mittelstellung steuert und somit eine Bremsverzögerung vorgibt. Die Verzögerung wird wirksam, sobald das Umgehungsventil 34 durch den in der Leitung 35 aufgestauten Bremsdruck in die Sperrstellung beaufschlagt ist. Die Bremsverzögerung wird somit erst aktiv, wenn die Bremswirkung durch den Stromregler 27 einsetzt. Dadurch wird zuerst die Geschwindigkeit des Fahrzeugs an die durch die ablaufseitige Drosselstelle des Fahrventils 23 vorgegebene Geschwindigkeit angepaßt und danach definiert abgebremst. Während eines Abbremsvorgangs wird von der elektronischen Steuereinrichtung 60 die Drehzahl des Antriebsmotors 2 vermindert.

Bei einer gleichzeitigen Betätigung des Fahrtriebs 16 und der Lenkung 8 wird aufgrund des Lastdrucks der Lenkung 8 das Gleichgewicht am Prioritätsventil 6 gestört, so daß die Lenkung 8 vorrangig mit Druckmittel versorgt wird. Das von der Lenkung 8 nicht benötigte Druckmittel strömt der Förderleitung 5a und somit dem Fahrventil 23 zu. Durch den sich dadurch einstellenden Druckabfall in der Steuer-

druckleitung 37 wird die Ventileinrichtung der Pumpe 1 in Richtung einer Fördervolumenerhöhung verstellt, so daß die Pumpe 1 den Bedarf der Lenkung zusätzlich fördert, sofern das Fördervolumen der Pumpe 1 erhöht werden kann. Das Fördervolumen kann hierbei derart bemessen sein, daß bei höchster Fahrgeschwindigkeit eine Schwenkwinkelreserve und somit ein zusätzlicher Förderstrom für die Lenkung 8 sowie die Einspeiseeinrichtung 15 zur Verfügung steht. Übersteigt der von dem Fahrtrieb 15 und der Lenkung 8 angeforderte Förderstrom den von der Pumpe 1 lieferbaren Förderstrom wird die Lenkung 8 mit erster Priorität und die Einspeisung 15 mit zweiter Priorität versorgt. Das von diesen Verbrauchern nicht benötigte Druckmittel steht dem Fahrtrieb 16 zur Verfügung, so daß sich der Vortrieb des Fahrzeugs vermindert. Der Fahrtrieb 16 befindet sich hierbei in einem Freilaufzustand, in dem das Fahrzeug durch die kinetische Energie weiterrollt. Hierbei wird durch die Nachsaugventile der Einspeiseeinrichtung 15 die Saugseite der Fahrmotoren 17a, 17b mit Speiseöl versorgt und somit Kavitation an der Zulaufseite der Fahrmotoren 17a, 17b vermieden. Das Fahrzeug vermindert durch ein Ausrollen die Fahrgeschwindigkeit, bis die Fahrgeschwindigkeit an die für den Fahrtrieb zur Verfügung stehenden Förderstrom der Pumpe angepaßt ist.

Beim gleichzeitigen Betrieb der Arbeitshydraulik 20 und des Fahrtriebs 16 laufen im wesentlichen die oben beschriebenen Zusammenhänge ab und die Pumpe 1 fördert den Bedarf der Arbeitshydraulik 20 zusätzlich, sofern das Fördervolumen der Pumpe erhöht werden kann. Die elektronische Steuereinrichtung 60 bildet aus den von den Sensoreinrichtungen 65 und 30 anstehenden Sollwerten für die Bewegungsgeschwindigkeit der Verbraucher der Arbeitshydraulik 20 und des Fahrtriebs 16 einen Gesamtförderbedarf der Pumpe 1. Die Auslenkung der Wegeventile 64 und des Betätigungselements 30, die von den Sensoreinrichtungen 65, 63 erfaßt werden, stellen hierbei jeweils einen bestimmten Druckmittelbedarf dar. Dadurch kann in der elektronischen Steuereinrichtung 60 durch Addition ein Gesamtförderbedarf errechnet werden und somit der Förderstrom der Pumpe 1 durch eine Drehzahlerhöhung des Antriebsmotors 2 bis auf einen Maximalwert erhöht werden. Durch die Anordnung der Prioritätsventile 6, 12 und 18 wird die Arbeitshydraulik 20 nach der Lenkung 8, der Einspeisung 15 und vor dem Fahrtrieb 16 mit Druckmittel versorgt.

Bei höchster Fahrgeschwindigkeit und gleichzeitiger Betätigung beispielsweise des Hubzylinders der Arbeitshydraulik 20 reicht jedoch die Fördermenge der Pumpe 1 nicht aus, den Druckmittelbedarf der Arbeitshydraulik 20 und des Fahrtriebs 16 zu decken. Der Fahrtrieb 16 geht in einen Freilaufzustand. Nach der Feststellbremseinrichtung 40a, 40b und der Lenkung 8 wird Druckmittel in die Speiseleitung 11 gefördert, wodurch über die Nachsaugventile der Einspeiseeinrichtung 15 die Saugseite der Fahrmotoren 17a, 17b mit Druckmittel versorgt werden. Das restliche Druckmittel wird in die Zulaufleitung 19 der Arbeitshydraulik 20 gefördert. Durch den fehlenden Vortrieb im Freilaufzustand vermindert das Fahrzeug durch Ausrollen die Fahrgeschwindigkeit, wodurch die Restfördermenge für die Arbeitshydraulik 20 ansteigt. Das Fahrzeug vermindert hierbei die Fahrgeschwindigkeit solange, bis an der Arbeitshydraulik 20 der angeforderte Druckmittelstrom zur Verfügung steht. Diese Geschwindigkeit wird beibehalten, solange die Arbeitshydraulik 20 betätigt ist. Nach Wegfall der Betätigung der Arbeitshydraulik 20 steht der Förderstrom der Pumpe wieder dem Fahrtrieb 16 zur Verfügung, wodurch das Fahrzeug auf die höchste Geschwindigkeit beschleunigt.

Sofern bei der gleichzeitigen Betätigung des Fahrtriebs 16, der Arbeitshydraulik 20 und gegebenenfalls der Len-

kung 8 ein Drückung des Antriebsmotors auftritt, wird die Pumpe 1 in Richtung einer Förderstromverminderung verstellt, wodurch aufgrund der Anordnung der Prioritätsventile 6, 18 zuerst der dem Fahrtrieb 16 zuströmende Förderstrom vermindert wird. Um hierdurch eine Geschwindigkeitsverminderung des Fahrzeugs zu vermeiden, kann die Drehzahl des Antriebsmotors bis zur maximalen Drehzahl angehoben werden und somit die Fördermenge der Pumpe erhöht werden.

Patentansprüche

1. Hydrostatisches Antriebssystem für ein Fahrzeug, insbesondere ein Flurförderzeug, mit einem hydrostatischen Fahrtrieb, einer Arbeitshydraulik und einer hydraulischen Lenkung, dadurch gekennzeichnet, daß zur Versorgung des Fahrtriebs (16), der Arbeitshydraulik (20) sowie der Lenkung (8) eine im offenen Kreislauf arbeitende, hydraulische Pumpe (1) mit verstellbarem Fördervolumen vorgesehen ist.
2. Hydrostatisches Antriebssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpe (1) an eine Förderleitung (5b) angeschlossen ist, in der mindestens ein Fahrventil (23) vorgesehen ist, wobei stromauf des Fahrventils (23) in der Förderleitung (5b) der Pumpe (1) ein Prioritätsventil (18) für die Arbeitshydraulik (20) angeordnet ist und stromauf des Prioritätsventils (18) der Arbeitshydraulik (20) ein Prioritätsventil (6) für die Lenkung (8) vorgesehen ist.
3. Hydrostatisches Antriebssystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei für den hydrostatischen Fahrtrieb eine Einspeiseeinrichtung vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß an die Förderleitung (5a) stromab dem Prioritätsventil (6) der Lenkungshydraulik (8) und stromauf dem Prioritätsventil (18) der Arbeitshydraulik (20) eine Speiseleitung (11) der Einspeiseeinrichtung (15) angeschlossen ist.
4. Hydrostatisches Antriebssystem nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Lenkung als Load-Sensing-Lenkung ausgebildet ist und das Prioritätsventil (6) der Lenkung (8) in Richtung einer die Förderleitung (5) mit der Zulaufleitung (7) der Lenkung (8) verbindenden Schaltstellung von einer Feder (10) und dem Lastdruck der Lenkung (8) beaufschlagbar ist und in Richtung einer die Förderleitung (5) mit der Zulaufleitung (7) der Lenkung (8) sowie der zu dem Prioritätsventil (18) der Arbeitshydraulik (20) führenden Förderleitung (5a) in Verbindung bringbaren Schaltstellung von dem Druck in der Zulaufleitung (7) der Lenkung (8) beaufschlagbar ist.
5. Hydrostatisches Antriebssystem nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Prioritätsventil (18) für die Arbeitshydraulik (20) in Richtung einer die Förderleitung (5a) mit der Zulaufleitung (19) der Arbeitshydraulik (20) verbindenden Schaltstellung von einer Feder (22) und dem Lastdruck der Arbeitshydraulik (20) und in Richtung einer die Förderleitung (5a) mit der Zulaufleitung (19) der Arbeitshydraulik (20) sowie der zu dem Fahrventil (23) führenden Förderleitung (5b) in Verbindung bringbaren Schaltstellung von dem Druck in der Zulaufleitung (19) der Arbeitshydraulik (20) beaufschlagbar ist.
6. Hydrostatisches Antriebssystem nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß in der Speiseleitung (11) ein Druckminderventil (12) vorgesehen ist.
7. Hydrostatisches Antriebssystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Speiseleitung (11a)

stromab des Druckminderventils (12) an eine Rücklaufleitung (14) der hydraulischen Lenkung (8) angeschlossen ist und an eine zu einem Behälter (4) führende Ablaufleitung (13) anschließbar ist.

8. Hydrostatisches Antriebssystem nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Fahrventil (23) als in Zwischenstellungen drosselndes, federzentriertes Wegeventil mit einer geschlossenen Mittelstellung ausgebildet ist, das je nach Auslenkung einen Zulaufquerschnitt und einen Ablaufquerschnitt freigibt, wobei das Fahrventil (23) an die Förderleitung (5b) und eine mit einem Behälter (4) in Verbindung stehende Ablaufleitung (26) angeschlossen ist und mit den Förderleitungen (24a, 24b) des Fahrtriebs (16) sowie einer Lastdruckmeldeleitung (25) in Verbindung bringbar ist.

9. Hydrostatisches Antriebssystem nach Anspruch 2 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß in der Ablaufleitung (26) des Fahrventils (23) ein Stromregler (27) vorgesehen ist, der in einer ersten Schaltstellung die Verbindung der Ablaufleitung (26) des Fahrventils (23) mit dem Behälter (4) unterbricht und in einer zweiten Schaltstellung die Ablaufleitung (26) mit dem Behälter (4) verbindet, wobei der Stromregler (27) in Richtung zur ersten Schaltstellung von dem Druck in der Förderleitung (24a, 24b) stromauf des Fahrventils (23) und in Richtung zur zweiten Schaltstellung von der Kraft einer Feder sowie dem Druck in der Ablaufleitung (26) stromab des Fahrventils (23) beaufschlagbar ist.

10. Hydrostatisches Antriebssystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Stromregler (27) in den Steuerschieber des Fahrventils (23) integriert ist.

11. Hydrostatisches Antriebssystem nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Zulaufquerschnitt und der Ablaufquerschnitt des Fahrventils (23) gleich groß sind.

12. Hydrostatisches Antriebssystem nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß am Fahrventil (23) ein Feinststeuerbereich vorgesehen ist, bei dem bei einer geringer Auslenkung des Fahrventils (23) der Ablaufquerschnitt kleiner als der Zulaufquerschnitt des Fahrventils ist.

13. Hydrostatisches Antriebssystem nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich der maximalen Auslenkung des Fahrventils (23) der Ablaufquerschnitt größer als der Zulaufquerschnitt des Fahrventils (23) ist.

14. Hydrostatisches Antriebssystem nach einem der Ansprüche 2 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Fahrventil (23) hydraulisch betätigbar ist, wobei von der Speiseleitung (11) eine Steuerdruckleitung (29) abzweigt, die mit dem Fahrventil (23) in Verbindung bringbar ist.

15. Hydrostatisches Antriebssystem nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß in der Steuerdruckleitung ein Stellventil (28) angeordnet ist, das mittels eines Betätigungselements (30) betätigbar ist und zur Rückmeldung der Auslenkung des Fahrventils (23) mit dem Fahrventil (23) in Wirkverbindung steht.

16. Hydrostatisches Antriebssystem nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß in einer Ablaufleitung (32) des Stellventils (28) ein Stromventil (33) angeordnet ist.

17. Hydrostatisches Antriebssystem nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß in der Ablaufleitung (32) des Stellventils (28) ein Umgehungsventil (34) zum Stromventil (33) vorgesehen ist, das von dem Druck in der Ablaufleitung (26) des Fahrventils (23)

stromauf des Stromreglers (27) in Richtung zu einer Sperrstellung und von der Kraft einer Feder in Richtung zu einer Durchflußstellung beaufschlagbar ist.

18. Hydrostatisches Antriebssystem nach einem der Ansprüche 8 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Fahrventil (23) und das Stellventil (28) als Drehschieberventile ausgebildet sind.

19. Hydrostatisches Antriebssystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Fahrtrieb mit einer Feststellbrems-einrichtung versehen ist, die ein Feststellbremsventil und eine zur Feststellbrems-einrichtung führende Bremsleitung aufweist, wobei das Feststellbremsventil (42) mittels eines Betätigungselements (43) betätigbar ist und die Bremsleitung (41) an die Förderleitung (5) stromauf des Prioritätsventils (6) für die Lenkung (8) angeschlossen ist.

20. Hydrostatisches Antriebssystem nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Feststellbremsventil (42) als Druckminderventil ausgebildet ist.

21. Hydrostatisches Antriebssystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der Lastdruckmeldeleitung (21) der Arbeitshydraulik (20) ein Druckbegrenzungsventil (51) vorgesehen ist, das auf den maximalen Druck der Arbeitshydraulik (20) eingestellt ist.

22. Hydrostatisches Antriebssystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein mit einer Verstelleinrichtung der Pumpe (1) in Wirkverbindung stehender Bedarfsstromregler (36) vorgesehen ist, der von einem stromab des Fahrventils (23) anstehenden Lastdruck in Richtung einer Förderstromerhöhung der Pumpe (1) und in Richtung einer Verringerung des Förderstroms der Pumpe (1) von dem Druck in der Förderleitung (5b) stromauf des Fahrventils (23) beaufschlagbar ist.

23. Hydrostatisches Antriebssystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der Lastdruckmeldeleitung (9) der Lenkung (8) ein Druckbegrenzungsventil (50) vorgesehen ist, das auf den maximal zulässigen Druck der Lenkung (8) eingestellt ist.

24. Hydrostatisches Antriebssystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine elektronische Steuereinrichtung (60) vorgesehen ist, die mit einer Drehzahlstelleinrichtung (61) des Antriebsmotors (2) in Wirkverbindung steht und die Drehzahlstelleinrichtung (61) in Abhängigkeit der Betätigung des Fahrtriebs (16) und/oder der Arbeitshydraulik (20) ansteuert.

25. Hydrostatisches Antriebssystem nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß an den Wegeventilen (64) der Arbeitshydraulik (20) die Auslenkung der Wegeventile (64) erfassende Sensoreinrichtungen (65) und/oder an dem Betätigungselement (30) der Fahrhydraulik (16) eine die Auslenkung erfassende Sensoreinrichtung (63) zur Vorgabe eines Sollwerts für die elektronische Steuereinrichtung (60) vorgesehen sind.

26. Hydrostatisches Antriebssystem nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, daß die elektronische Steuereinrichtung (60) eine Drückungsregelung aufweist, wobei eine die Ist-drehzahl des Antriebsmotors (2) erfassende Sensoreinrichtung (66) vorgesehen ist.

27. Hydrostatisches Antriebssystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein die Verstelleinrichtung der Pumpe (1) beeinflussendes Ventil (38) vorgesehen ist, das in Richtung einer Förderstromverminderung von dem Druck in der Förderleitung (5) und in Richtung einer Förderstromerhöhung von der Kraft einer Feder beaufschlagbar ist, wobei die Feder des Ventils (38) auf den maximalen Betriebsdruck des Antriebssystems eingestellt ist.

28. Hydrostatisches Antriebssystem nach Anspruch 26 oder 27, dadurch gekennzeichnet, daß der Bedarfsstromregler (36) oder das Ventil (38) in Richtung einer Förderstromverminderung von der elektronischen Steuereinrichtung (60) beaufschlagbar ist.

29. Hydrostatisches Antriebssystem nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß der Bedarfsstromregler (36) oder das Ventil (38) einen mit der elektronischen Steuereinrichtung (60) in Verbindung stehenden Proportionalmagnet (62) aufweist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

